

Manufacturing Execution Systeme – die neue Generation von Produktionsplanungs- und -steuerungs-Systemen?

Sebastian Olbrich
Philipp Louis

Veröffentlicht in:
Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2012
Tagungsband der MKWI 2012
Hrsg.: Dirk Christian Mattfeld; Susanne Robra-Bissantz



Braunschweig: Institut für Wirtschaftsinformatik, 2012

Manufacturing Execution Systeme – die neue Generation von Produktionsplanungs- und -steuerungs-Systemen?

Sebastian Olbrich

Universität Duisburg-Essen, Mercator School of Management (MSM),
47057 Duisburg, E-Mail: sebastian.olbrich@uni-due.de

Philipp Louis

Philipps Universität Marburg, School of Business Administration and Economics,
35032 Marburg, E-Mail: louis@wiwi.uni-marburg.de

Abstract

Manufacturing Execution Systeme (MES) sind eine relativ neue Klasse von Anwendungssystemen, die immer mehr in den Mittelpunkt bei der Betrachtung der IT-Unterstützung für die Industrie rücken. Dem Integrationsgedanken der Wirtschaftsinformatik folgend, steht bei diesen Systemen die integrative Unterstützung sämtlicher Produktionsprozesse - also auch der Produktionsplanung und -steuerung - im Fokus. Hierbei stellt sich unmittelbar die Frage, ob diese neuen Systeme traditionelle Produktionsplanungs- und -steuerungs-Systeme (PPS-Systeme) ersetzen oder sie ergänzen sollten. Diese Frage soll im vorliegenden Artikel dadurch bearbeitet werden, indem die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen PPS-Systemen und MES expliziert und Integrationsempfehlungen gegeben werden.

1 Einleitung

Die Flexibilität von Fertigungsunternehmen wird hauptsächlich durch die Anpassungsfähigkeit und Planungsgüte ihrer Produktionsprozesse determiniert. Als kritische Erfolgsfaktoren für den Unternehmenserfolg sind kurze Time-to-Market-Zeiten, geringe Kosten, schnelle Anpassungsfähigkeit an sich wandelnde Kundenanforderungen und Präzision in der Produktionsplanung und -steuerung zu nennen. Um diesen Anforderungen zu entsprechen, benötigen Unternehmen insbesondere eine flexible und anpassbare Unterstützung der Produktionsprozesse durch Anwendungssysteme (vgl. zur Definition von Anwendungssystemen [27]).

Hierfür hat sich neben den bisher etablierten Systemen in den letzten Jahren eine eigene Klasse von Anwendungssystemen gebildet, die unter dem Begriff MES subsumiert werden. Diese sollen eine integrative Basis für eine flexible Unterstützung der Produktionsprozesse und so für die Ausnutzung der Rationalisierungspotentiale sowie die damit verbundene Bildung von Wettbewerbsvorteilen darstellen [22, 26].

In diesem Beitrag steht daher die folgende Forschungsfrage im Mittelpunkt der Betrachtung: Können MES PPS-Systeme in der Zukunft ersetzen oder sollten beide Anwendungssysteme geeignet integriert werden? Dafür werden MES und PPS-Systeme mit ihren jeweiligen Aufgaben in den folgenden beiden Abschnitten definiert. Im vierten Abschnitt erfolgt eine Abgrenzung der beiden Klassen unter Zuhilfenahme des Y-CIM-Modells von Scheer sowie einer einzuführenden Anwendungssystemarchitektur. In den letzten beiden Abschnitten werden Integrations-empfehlungen erarbeitet und weitere Fragestellungen in diesem Bereich aufgezeigt.

2 Manufacturing Execution Systeme

Eine einheitliche Definition des Begriffes Manufacturing Execution System ist zurzeit nicht erkennbar. So führt Mertens den Begriff sogar als Beispiel für die Gefahr für das Fach Wirtschaftsinformatik auf, die in der mangelnden Präzision der Sprache und Begriffswelt beruht. [21] In Praxis und Wissenschaft werden zurzeit am häufigsten die Definitionen von der Manufacturing Enterprise Solutions Association (MESA), der Instrumentations, Systems, and Automation Society (ISA) oder des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) verwendet. Ein Problem dieser Definitionen ist allerdings insbesondere darin zu sehen, dass sie versuchen einen festen Funktionsumfang für ein MES zu definieren [11, 23, 29]. Dieser Versuch erscheint aber aufgrund von spezifischen, stark unterschiedlichen Anforderungen der Unternehmen an diese Anwendungssysteme nur schwer allgemein zu bestimmen. So werden beispielsweise in der chemischen Industrie andere Anforderungen an MES gestellt als in der Automobilindustrie [8, 24]. Diese Unterschiede sind vor allem darauf zurückzuführen, dass die Anforderungen an die Unterstützung durch ein MES im Wesentlichen durch die Ausprägung der jeweiligen Produktionssysteme determiniert werden [16, 20]. Diese Auffassung wird auch im Zusammenhang mit der Entwicklung und Implementierung von PPS-Systemen postuliert [7, 15].

Daher erscheint es sinnvoll, ein stärker differenziertes Vorgehen bei der Definition anzuwenden und den Funktionsumfang eines MES nicht statisch zu definieren. So wird im Folgenden zwischen den Begriffen MES, und MES-Ebene unterschieden werden, wobei ein MES ein Anwendungssystem repräsentiert und die MES-Ebene eine Ebene in einer integrierten Anwendungssystemarchitektur darstellt und sowohl einen generischen wie auch einen konkreten Funktionsumfang enthalten kann.

Im Folgenden soll unter einem Manufacturing Execution System ein Anwendungssystem verstanden werden, das

- die Steuerung und Kontrolle der Produktion,
- die Bereitstellung und Verwendung von Real-Time-Daten über den gesamten Produktionsprozess und damit
- eine schnelle Reaktionsfähigkeit bei Abweichungen unterstützt sowie

- die Integration der Produktionsprozesse in die ERP-Systeme durch Anbindung der Automatisierungssysteme und die direkte Unterstützung der manuellen Produktionsprozesse ermöglicht, indem es eine (Teil-)Menge der Funktionen der MES-Ebene unterstützt. [19]

Um den Funktionsumfang eines MES zu definieren wird hier eine Systemarchitektur mit einer MES-Ebene verwendet, welche alle Funktionsgruppen beinhaltet, die originäre Funktionen eines MES unterstützen (vgl. Bild 1). Innerhalb der Architektur verbindet die MES-Ebene die Ebenen eines Produktionsbereiches - die Automatisierungssysteme und die MES-Ebene - mit der unternehmensweit ausgelegten ERP-Ebene und unterstützt so die Integration des Produktionsbereiches in die unternehmensweite IT-Landschaft.

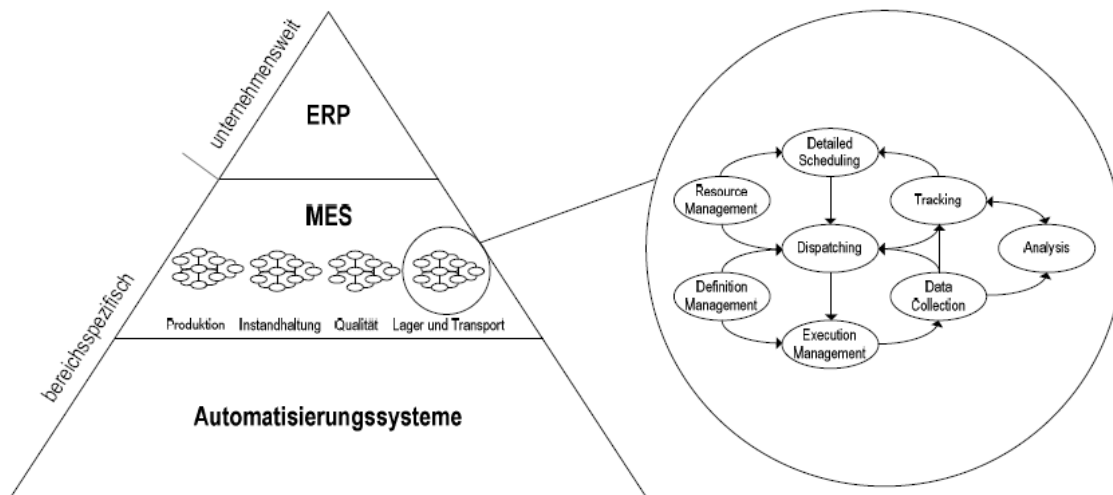


Bild 1: Architektur der Anwendungssysteme eines produzierenden Unternehmens[2]

Die MES-Ebene selber kann dem ISA S95 Standard folgend in die Teilbereiche Produktion, Instandhaltung, Qualität sowie Lager und Transport unterteilt werden, welche die Funktionsgruppen zur Unterstützung der jeweiligen Prozesse beinhalten [12]. Zur Definition der Funktionsgruppen wird bei den vier Teilbereichen ein generisches Funktionsgruppenmodell angewandt [13 und Bild 1]. Der Funktionsumfang eines MES ergibt sich somit aus den Anforderungen des Produktionssystems und lässt sich fallspezifisch als Teilmenge der Funktionsgruppen der MES-Ebene charakterisieren.

In den weiteren Ausführungen wird insbesondere auf den Teilbereich Produktion und dessen Funktionsgruppen *production detailed scheduling* and *production dispatching* eingegangen, da diese dominierend sind für den Vergleich mit PPS-Systemen. In der Funktionsgruppe *detailed production scheduling* werden alle Funktionen subsumiert, die für eine korrekte Produktionsfeinplanung notwendig sind. Unter den gegebenen Randbedingungen, vor allem dem groben Produktionsplan eines ERP-Systems und den Ressourcenkapazitäten des *production resource managements*, ist ein für die Produktion verbindlicher Produktionsfeinplan basierend auf den im Teilbereich Produktion verfügbaren detaillierten Daten zu erstellen. Die in der Literatur für Produktionsfeinplanung diskutierten Strategien und Algorithmen müssen von dieser Funktionsgruppe bereitgestellt werden, insbesondere angepasst für den geringen Zeithorizont des Teilbereichs Instandhaltung und die Unterstützung auch komplexer Produktionsprozesse [1].

In der Funktionsgruppe *production dispatching* sind sämtliche Funktionen eingegliedert, die zur Zuordnung der Produktionsressourcen zu den einzelnen Produktionsaufträgen des Feinplanes notwendig sind; sie erstellt eine Zuordnungsliste. Mithin ist hier auch der Status der einzelnen Produktionsaufträge abrufbar und somit der aktuelle Status einzelner Kundenaufträge ermittelbar.

Sowohl die Funktionsgruppen selber wie auch die Datenflüsse zwischen der MES- und der ERP-Ebene werden vom ISA95 Standard detailliert definiert. Der aktuell in Bearbeitung befindliche vierte Teil des Standards soll zusätzlich die Datenflüsse zwischen den einzelnen Funktionsgruppen definieren, was den Standard zu einer generischen Schnittstellenspezifikation für die gesamte MES-Ebene werden lassen würde [14]. Die unabhängige Definition des Funktionsumfanges der MES-Ebene vom Begriff MES ermöglicht es, die Anforderungen an die IT-Unterstützung eines Produktionsbereiches abstrahiert von konkreten Systemen zu erheben und somit auch Anwendungssysteme zur Unterstützung der MES-Ebene mit zu betrachten, die nach allgemeinem Verständnis keine MES darstellen.

3 Produktionsplanungs und -steuerungs Systeme

Die Aufgabe der Produktionsplanungs- und Steuerungssystem (PPS-Systeme) ist es, unter Berücksichtigung der Produktionskapazitäten die Produktion in mengenmäßiger und zeitlicher Hinsicht zu planen und deren Durchführung zu steuern. In der Produktionsplanung wird ein Produktionsplan erstellt, der mengen-, zeit- und kapazitätsmäßig abgestimmt ist. Die Aufgabe der Produktionssteuerung ist die Unterstützung der Erstellung und die Überwachung der Durchsetzung des Produktionsplanes [7, 15].

Als Steuerkonzepte für PPS-Systeme werden in der Literatur unterschiedliche Ansätze diskutiert. So werden neben dem dominierenden Manufacturing-Resource-Planning-(MRP II) Konzept unter anderem auch die belastungsorientierte Auftragsfreigabe, das Fortschrittskennzahlenkonzept, das Kanban-Konzept und viele weitere aufgeführt [6]. Im Folgenden soll nur kurz die Steuerung nach dem MRP-II Konzept dargestellt werden, da diese das klassische PPS-Konzept darstellt [1].

Aufgrund der großen Komplexität des Planungsproblems in der Produktion ist der von der theoretischen Betriebswirtschaftslehre geforderte und auch sachlich korrekte Simultanansatz weder praktikabel noch durchführbar. Stattdessen wird mit dem MRP II-Konzept ein sukzessiver Planungsansatz verfolgt, der das Planungsproblem zeitlich und sachlich mit einem Stufenmodell disaggregiert und deswegen als hierarchische Produktionsplanung bezeichnet wird. Eine Rückkopplung - also eine Rückgabe der Ergebnisse an eine vorgelagerte Stufe - ist nicht vorgesehen [28]. Durch die Zerlegung in einzelne autarke Planungsstufen benötigen die jeweiligen Planungsläufe relativ wenig Zeit. Bild 2 stellt die einzelnen Stufen des MRP II-Konzeptes dar.

In der ersten Hierarchiestufe wird in der (Produktions-)Programmplanung ein Auftragsprogramm generiert mit einem Planungshorizont von ca. einem Jahr. Die Programmplanung kann daran anschließend rollierend erfolgen, so dass monatlich oder vierteljährlich dieses Auftragsprogramm aktualisiert wird. [1, 28]

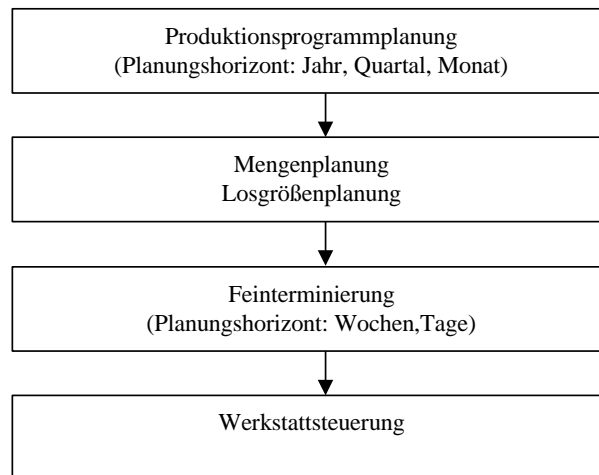


Bild 2: Stufenmodell des MRP II-Konzeptes [1, 28]

Bei der zweiten Hierarchiestufe werden Mengen- und Grobterminplanung für einen verkürzten Planungshorizont durchgeführt. Im ersten Schritt werden in der Mengenplanung die Sekundärbedarfe - also die Bedarfe an Teilen und Rohstoffen - anhand der Stücklisten der innerbetrieblichen Aufträge (Primärbedarfe) errechnet. Auf Basis von geschätzten Durchlaufzeiten, errechnet zum Beispiel auf Basis des Mittelwerts der historischen Aufträge, wird eine Durchlaufterminierung ohne Berücksichtigung der Kapazitäten für jeden Auftrag isoliert durchgeführt. Über einen Kapazitätsausgleich wird dann versucht, den groben Produktionsplan mit den Produktionskapazitäten zu harmonisieren [1].

Die Feinterminierung stellt die dritte Stufe des MRP II-Konzeptes dar und bezieht sich nur auf die Teile des Auftragsprogramms, die kurzfristig (also zum Beispiel innerhalb der nächsten Wochen) gefertigt werden müssen. Die einzelnen Schritte der Feinterminierung sind die Verfügbarkeitsprüfung, die Auftragsfreigabe sowie die Kapazitätsterminierung und Maschinenbelegungsplanung [1].

Die Werkstattsteuerung stellt die letzte Hierarchiestufe dar und ist als einzige der Produktionssteuerung zuzuordnen. Hier wird versucht, das Ergebnis der dritten Hierarchiestufe umzusetzen, indem der Fortschritt überwacht und eine Feinplanung auf Basis von Minuten und Stunden erstellt wird [28].

Auch wenn die neueren Konzepte für PPS-Systeme versuchen, diese Lücke zu schließen, so sind PPS-Systeme doch vornehmlich für die Belange der Stückgüterindustrie - also die stücklistenorientierte, diskrete Fertigung [28] - entwickelt worden und weisen für den Einsatz in der Prozessindustrie größere Defizite auf. Allerdings weist *Corstens* darauf hin, dass die Produktionssysteme (in Form der produktionstypologischen Merkmale Leistungswiederholung und die Produktionsorganisation) gewichtigen Einfluss auf die Ausgestaltung eines PPS-Systems haben und zum Beispiel PPS-Systeme für die Prozessindustrie auf Basis der bisher entwickelten Systeme speziell weiterentwickelt werden sollten [5].

4 Abgrenzung von PPS-Systemen und MES

Nach der Darstellung der beiden Anwendungssystemklassen können diese zueinander in Beziehung gesetzt werden. Betrachtet man die Gewichtung der Tätigkeiten Planung und Steuerung der Produktion, so liegt der Fokus bei den PPS-Systemen mehr auf den

Funktionen der Produktionsplanung. Die Produktionssteuerung wird in der Literatur nur ansatzweise diskutiert und ist auch in der Praxis nicht als Kern der verfügbaren PPS-Systeme anzusehen [1, 28]. Auch wird aufgrund des sukzessiven Planungsansatzes nicht umfassend auf die Möglichkeit zur Verbesserung der Produktionspläne durch Rückkopplungen zwischen der Produktionssteuerung und der Produktionsplanung zurückgegriffen. Daher lassen sich bei aktuellen PPS-Systemen die Bereiche Produktionsplanung und Produktionssteuerung eher zwei lose miteinander integrierte Module charakterisieren. Stellt man nun die Funktionen von MES und PPS-System auf Basis von Bild 2 gegenüber, so existieren scheinbar größere Überschneidungen bei den Funktionen der Systeme. Neben der Werkstattsteuerung werden große Teile der dritten Hierarchiestufe, insbesondere die Auftragsfreigabe und die Produktionssteuerung, sowohl als Aufgabenbereiche von PPS-Systemen und als auch von der MES-Ebene angesehen.

Analysiert man allerdings genauer, welche Funktionalitäten bei einem PPS-System sowie bei einem MES unter den gleichen Begriffen subsumiert werden, so wird deutlich, dass PPS-Systeme dort nur einen Teil der Funktionen eines MES unterstützen [10]. Bei den meisten PPS-Systemen beschränkt sich die Produktionssteuerung zumeist auf die reine Bereitstellung von Betriebsdatenerfassungs-(BDE)-Funktionalitäten für eine nachgelagerte Erfassung der Produktionsdaten, ohne das Potential einer Real-Time-Erfassung auszuschöpfen. Auf dieser tieferen Detailstufe betrachtet, beschränkt sich daher die Produktionssteuerung der PPS-Systeme auf eine Teilmenge der Funktionsgruppen des Teilbereichs Produktion der MES-Ebene, insbesondere auf den die Funktionsgruppen *production data collection* und *production execution management*, wobei auch von diesen Funktionsgruppen nur ein kleiner Teil der Funktionen unterstützt wird. Eine Gegenüberstellung der beiden Anwendungssystemklassen auf Basis von Bild 2 erscheint daher nicht adäquat, da eine wesentlich detaillierte Darstellung benötigt wird. Hierfür wird im Folgenden das Y-CIM Modell von Scheer verwendet, welches als das dominierende Referenzmodell für *Computer Integrated Manufacturing* (CIM) angesehen werden kann [25]. Die Aussagen lassen sich anhand des Y-CIP Modells ebenso auf die Prozessindustrie übertragen [17].

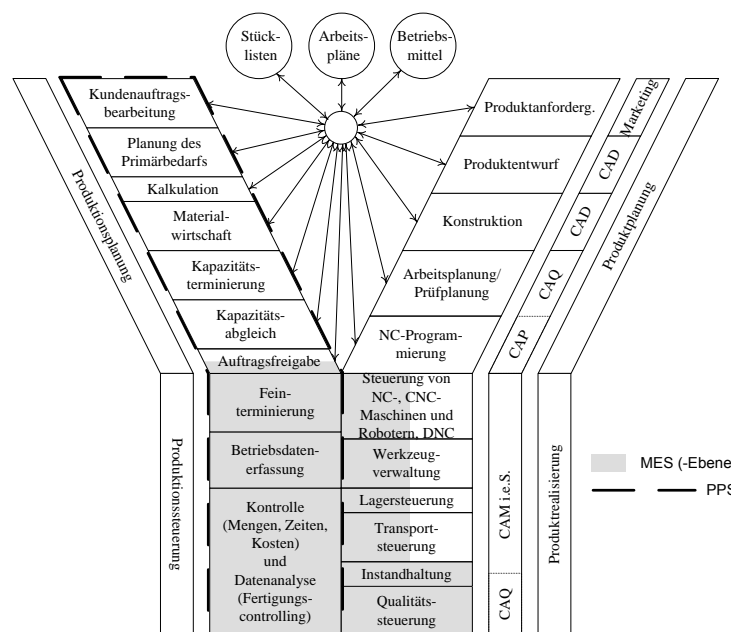


Bild 3: Überschneidung der Funktionen von PPS-Systemen und MES [18]

PPS-Systeme decken den primär betriebswirtschaftlichen Ast des Y-CIM Modells ab (gekennzeichnet durch die gestrichelte Linie in Bild 3), wobei - wie schon zuvor diskutiert - der Schwerpunkt der Unterstützung der realen Systeme im Bereich der Produktionsplanung zu finden ist. Wobei aufgrund der fehlenden Real-Time-Daten aus der Produktionssteuerung oder der fehlenden internen Verarbeitung insbesondere die Feinterminierung eines PPS-Laufes nicht die benötigte Genauigkeit erlangen kann.

Die Funktionsgruppen eines MES (oder genauer der MES-Ebene) unterstützen den grau markierten Bereich des Y-CIM Modells. Hierbei werden sowohl Funktionsgruppen des Teilbereiches Produktion der MES-Ebene verwendet, wie auch der Teilbereiche Instandhaltung - für die Funktion Instandhaltung - sowie Qualität - für die Qualitätsteuerung. Die übrigen Funktionen werden durch die Funktionsgruppen des Teilbereiches Produktion unterstützt.

Aus dieser Gegenüberstellung wird ersichtlich, dass MES die Funktionen der PPS-Systeme im Bereich der Produktionssteuerung unterstützen können, aber sich die Funktionalität bei den Funktionen des oberen Teils des Astes (der Produktionsplanung) nur im Bereich der Auftragsfreigabe überlappen. Eine Substituierung von PPS-Systemen durch MES kann auf dieser Basis daher eher verneint werden. Die Integration der beiden Anwendungssysteme erscheint vorteilhaft.

Zusammenfassend lässt sich somit feststellen, dass MES sicher in einige Funktionsbereiche der klassischen PPS-Systeme hereinreichen - insbesondere im Bereich der Produktionssteuerung, aber diese nicht vollständig ersetzen können. Der Fokus von MES liegt aber nicht in der Ersetzung von PPS-System, sondern in der integrativen Unterstützung der Produktionsprozesse. Es stellt sich mithin die Frage, wie eine Integration zwischen den beiden Anwendungssystemklassen gestaltet werden kann. Diese Frage wird im folgenden Abschnitt diskutiert.

Über den Vergleich von PPS-Systemen mit MES hinaus ist aus Bild 3 auch das Potential von MES ersichtlich, welches diese für die Überwindung der oftmals im Rahmen von CIM (oder CIP) aufgezeigten Integrationsbedarfe insbesondere zwischen den primär betriebswirtschaftlichen und primär technischen Funktionen aufweist [1, 17].

5 Integrationsempfehlung

Die Idee die Schwachstellen vorhandener PPS-Systeme durch die Integration mit anderen Systemen zu beheben ist nicht neu. So wurde zum Beispiel von Becker & Roseman vorgeschlagen, die Anwendungsmöglichkeiten von PPS-Systemen durch eine kombinierte Verwendung mit einem elektronischen Leitstand zu erweitern [3]. Grünwald weist explizit auf die Notwendigkeit der Integration von Instandhaltungssystemen in PPS-Systeme hin und formuliert somit schon einen Kerngedanken von MES - die Integration der verschiedenen Shop-Floor-Systeme [9]. Innovativ am Konzept Integration von PPS-Systemen und MES ist daher vor allem, dass durch die Verwendung eines MES eine integrative Basis für die Unterstützung der Produktionsprozesse besteht und nicht unterschiedliche Systeme eingebunden werden müssen. Es erscheint daher durchaus vorteilhaft - dem *Best-of-Breed* Ansatz folgend - PPS-Systeme für die Produktionsplanung einzusetzen und die Unterstützung der Produktionsprozesse durch MES zu gewährleisten [4].

So können in der MES-Ebene die Ergebnisse der PPS-Systeme resp. der PPS-Module der ERP-Systeme entweder als Grobpläne zur weiteren Verfeinerung verwendet werden oder die gesamte Feinterminierung durch PPS-Systeme erfolgen. Sie werden dort häufig als Vorlage für eine detaillierte, mitunter minutengenaue Feinplanung verwendet.

Durch eine enge Integration von PPS-Systemen bzw. den eingesetzten PPS-Modulen von ERP-Systemen mit MES kann eine ständige Aktualisierung der verwendeten Soll-Durchlaufzeiten der PPS-Systeme unter Verwendung der im MES gesammelten Daten gewährleistet werden. Dies könnte insbesondere helfen die längerfristige Produktionsplanung durch realistische Sollwerte weiter zu verbessern. Aber auch die Güte der kurzfristigen Produktionsplanung kann mit Hilfe der umfassenden Datenbasis der MES wesentlich verbessert werden.

Neben diesen Daten kann aber auch die Verfügbarkeit der Instandhaltungsdaten die Anwendbarkeit der Produktionspläne stark verbessern. So können durch die Nutzung der Daten des Teilbereichs Instandhaltung der MES-Ebene Maschinenausfallzeit aufgrund von geplanten Wartungs- oder Instandhaltungsarbeiten direkt in die Planung mit einbezogen werden. Aber auch bei kurzfristigen Maschinenausfällen ermöglicht die direkte Integration eine unmittelbare Anpassung des Produktionsplanes, welche mit Hilfe des MES direkt an die Mitarbeitern weitergeben werden kann.

Durch die Verfügbarkeit der Daten des Teilbereiches Qualität kann das PPS-System in die Lage versetzt werden routinemäßige Maschinenbelegungen - wie zum Beispiel aufgrund von Kalibrierungen - zu berücksichtigen, was wiederum zur Verbesserung des Planungsgüte führen kann. Gleiches gilt für die Verwendung von exakten Transportzeiten für Wege zwischen einzelnen Produktionsschritten, die im Teilbereich Lager- und Transport erfasst und verwaltet werden.

Auch die bei Becker & Rosemann aufgezeigten vielfältigen Interdependenzen zwischen den einzelnen Funktionen des Y-CIM-Modells können durch ein integriertes MES ohne aufwändige und wartungsintensive Schnittstellen zwischen autonomen Teilsystemen berücksichtigt bzw. implementiert werden [3].

Auf Basis der in Bild 1 eingeführten Anwendungssystemarchitektur sollte die Unterstützung für die einzelnen Funktionsgruppen der MES-Ebene definiert und jeder Funktionsgruppe die entsprechenden Anwendungssysteme zugeordnet werden. Somit kann die Grenzen der MES-Ebene gegenüber der ERP-Ebene und dessen PPS-System fallspezifisch definiert werden. Im Idealfall müsste nur eine Schnittstelle zwischen dem PPS-System und dem MES implementiert werden – andernfalls nur eine reduzierte Anzahl von Schnittstellen, da auf das MES als integrative Basis zur Produktionsunterstützung zurückgegriffen werden kann. Damit können ebenso die Anforderungen bezüglich der Stabilität an prozessnahe Anwendungssysteme besser erfüllt werden, da Schnittstellen naturgemäß eher wartungsanfällig sind.

6 Zusammenfassung

MES und PPS-Systeme haben eine größere funktionale Schnittmenge. Die Frage danach, ob MES PPS-Systeme in Zukunft ablösen können, konnte nach der Gegenüberstellung beider Systemklassen eher negativ beantwortet werden. Auch eine bisweilen diskutierte

Weiterentwicklung von PPS-Systemen zu MES kann hier nicht identifiziert werden, da die mittelfristige Produktionsplanung oder auch die langfristige Produktionsprogrammplanung nach allgemeiner Auffassung nicht in den Aufgabenbereich eines MES fällt.

Die Integration von MES und PPS-Systemen bietet großes Potential und kann bei den PPS-Systemen durch die Integration von Real-Time-Daten aus dem MES zu einer erhöhten Planungsgüte führen. Aber auch für MES bietet die direkt Verfügbarkeit der Plandaten in der Produktion das Potential für eine höhere Nutzer-Akzeptanz als dem führenden System zur Produktionsunterstützung, da damit nicht mehr verschiedene Systeme von den Produktionsmitarbeitern verwendet werden müssen.

Weitere Forschungsarbeiten sollten sich mit der Funktionsverteilung zwischen MES und PPS-Systemen befassen. Aus dieser Funktionsverteilung heraus würde sich wiederum die Frage nach einer mehr generischen Definition der Schnittstelle ergeben. Wie oben erwähnt existieren in diese Richtung lediglich erste Ansätze seitens der ISA.

7 Literatur

- [1] Adam, D., Produktions-Management. 9., überarb. Aufl., Nachdr. ed. 2001, Wiesbaden: Gabler. XIX, 720 S.
- [2] Alpar, P. and J.P. Louis, Integration von Produktionsdaten in Controlling-Systeme, in Einfachheit – Ein Leitbild für Wirtschaftsinformatik und Controlling. 2008, vom Brocke, Jan Becker, Jörg: Münster. p. 165-178.
- [3] Becker, J. and M. Rosemann, Logistik und CIM : die effiziente Material- und Informationsflußgestaltung im Industrieunternehmen. Springer-Lehrbuch. 1993, Berlin [u.a.]: Springer-Verl. XXII, 338 S.
- [4] Bendeich, E., Produktionsplanung und Fertigungssteuerung mit ERP und MES. REFA-Nachrichten, 2005. 2: p. 4-10.
- [5] Corsten, H. and C. May, Besonderheiten der Produktion in der Verfahrensindustrie und ihre Auswirkungen auf PPS-Systeme, in Handbuch Produktionsmanagement, Strategie - Führung - Technologie - Schnittstellen, H. Corsten, Editor. 1994, Gabler: Wiesbaden. p. 871-889.
- [6] Glaser, H., Steuerungskonzepte von PPS-Systemen, in Handbuch Produktionsmanagement, Strategie - Führung - Technologie - Schnittstellen, H. Corsten, Editor. 1994, Gabler: Wiesbaden. p. 747-761.
- [7] Glaser, H., W. Geiger, and V. Rhode, PPS - Produktionsplanung und -steuerung: Grundlagen - Konzepte - Anwendungen. 2., überarb. Aufl. ed. 1992, Wiesbaden: Gabler. XVII, 512 S.
- [8] Gould, L.S., MES Will E-commerce drive it into auto? Automotive Manufacturing & Production, 2000. January.
- [9] Grünewald, C., Integration der Instandhaltung in PPS-Systeme, in Handbuch Produktionsmanagement, Strategie - Führung - Technologie - Schnittstellen, H. Corsten, Editor. 1994, Gabler: Wiesbaden. p. 835-852.

- [10] Huttner, W., Durchgängige Betrachtung der Lieferkette durch MES. *Industrie Management*, 2003. 19(2): p. 56-59.
- [11] ISA, ANSI/ISA-95.00.01-2000, Enterprise Control System Integration, Part 1: Models and Terminology, ed. S. The Instrument, and Automation, Society. 2000.
- [12] ISA, ANSI/ISA-95.00.02-2001, Enterprise Control System Integration, Part 2: Object Model Attributes, ed. S. The Instrument, and Automation, Society. 2001.
- [13] ISA, ANSI/ISA-95.00.03-2005, Enterprise Control System Integration, Part 3: Activity Models of Manufacturing Operations Management, ed. S. The Instrument, and Automation, Society. 2005.
- [14] ISA, ANSI/ISA-95.00.04-2005, Draft: Enterprise Control System Integration, Part 4: Object models and attributes for Manufacturing Operations Management, ed. S. The Instrument, and Automation, Society. 2005.
- [15] Kautz, W.-E., Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme : Konzept zur technisch-ökonomisch begründeten Auswahl. *Betriebswirtschaftliche Forschung zur Unternehmensführung* ; 28. 1996, Wiesbaden: Gabler. XX, 320 S.
- [16] Kletti, J., MES - Manufacturing Execution System : moderne Informationstechnologie zur Prozessfähigkeit der Wertschöpfung. 1. Aufl ed. VDI-Buch. 2005, Berlin [u.a.]: Springer. 268 S.
- [17] Loos, P., Produktionslogistik in der chemischen Industrie : betriebstypologische Merkmale und Informationsstrukturen. *Schriften zur EDV-orientierten Betriebswirtschaft*. 1997, Wiesbaden: Gabler. XIX, 261 S.
- [18] Louis, J.P., Zur Entwicklung eines produktionstypologisch basierten Vorgehensmodells für die Auswahl eines Manufacturing Execution Systems, in *Institut für Wirtschaftsinformatik*. 2008, Philipps-Universität Marburg: Marburg. p. 240.
- [19] Louis, J.P. and P. Alpar. Flexible production control - a framework to integrate ERP with manufacturing execution systems. in *EMCIS - European and Mediterranean Conference on Information Systems*. 2007. Valencia.
- [20] Louis, J.P. and P. Alpar, Potenziale nicht ausgeschöpft - wie pharmazeutische Unternehmen ihr MES bewerten. *IT & Production*, 2008. 12: p. 26-29.
- [21] Mertens, P., Gefahren für die Wirtschaftsinformatik - Risikoanalyse eines Faches, in *Wirtschaftsinformatik 2005*, O.K. Ferstl, et al., Editors. 2005: Heidelberg. p. 1733-1754.
- [22] MESA, Execution-Driven Manufacturing Management for Competitive Advantage, in *White Paper Number 5*. 1997, Manufacturing Enterprise Solutions Association: Pittsburgh.
- [23] MESA, MES Explained: A High Level Vision, in *White Paper Number 6*. 1997, Manufacturing Enterprise Solutions Association: Pittsburgh.
- [24] Namur, NA94 - MES: Funktionen und Lösungsbeispiele der Betriebsleitebene, in *NAMUR-Arbeitsblatt*. 2003, Normenarbeitsgemeinschaft für Mess- und Regeltechnik in der chemischen Industrie: Leverkusen.

- [25] Scheer, A.-W., Wirtschaftsinformatik: Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse. Studienausg., 2., durchges. Aufl ed. 1998, Berlin [u.a.]: Springer. XXVI, 780 S.
- [26] Schumacher, J., Wertschöpfung ohne Verschwendung durch den Einsatz von MES. PPS Management, 2004. 3: p. 17-19.
- [27] Teubner, R.A., Organisations- und Informationssystemgestaltung: theoretische Grundlagen und integrierte Methoden. Gabler-Edition Wissenschaft Informationsmanagement und Controlling. 1999, Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. [u.a.]. XIV, 344 S.
- [28] Vahrenkamp, R. and C. Siepermann, Produktionsmanagement. 5., vollst. überarb. Aufl ed. 2004, München [u.a.]: Oldenbourg. XIII, 365 S.
- [29] VDI, Manufacturing Execution Systems - Fertigungsmanagementsysteme, in VDI-Richtlinien VDI 5600. 2006.